

## СИМВОЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ В СИСТЕМЕ МАТЛАВ

Цель данной работы – создать набор М-функций, позволяющий упростить аналитические расчеты основных характеристик линейной электронной схемы, в частности её передаточной функции. С помощью представленных в данном наборе функций можно рассчитать в символьном, т.е. пригодном для дальнейшего теоретического и численного анализа, виде комплексную передаточную функцию линейной электронной схемы (состоит из E-I-L-R-C элементов), построить график модуля (АЧХ) и аргумента (ФЧХ) функции.

В набор входят следующие функции:

Zl – задание индуктивного комплексного сопротивления;

Zc – задание емкостного комплексного сопротивления;

symPAR – вычисление комплексного сопротивления двух последовательно соединенных элементов;

symPOS – вычисление комплексного сопротивления двух последовательно соединенных элементов;

symDEL – вычисление комплексного сопротивления делителя напряжения;

symKP – расчет комплексной передаточной функции;

symPLOT – построение графиков АЧХ и ФЧХ.

Создание символьного выражения коэффициента передачи происходит следующим образом:

Шаг 1. Сначала задать все переменные, которые будут использоваться в расчете – переменные емкостей, индуктивностей, сопротивлений, определить переменную комплексной частоты и др.

Шаг 2. Записать на бумаге или представить в уме последовательность преобразований схемы в виде последовательно и параллельно соединяемых комплексных сопротивлений для получения коэффициента передачи.

Шаг 3. Задать все комплексные сопротивления с помощью функций symPOS, symPAR, symDEL.

Шаг 4. Записать с их помощью выражение комплексного коэффициента передачи.

Шаг 5. Упростить записанное выражение с помощью функции symKP и получить его строковое представление.

Шаг 6. Задать численные значения величин емкостей, индуктивностей и сопротивлений для данной цепи, диапазон частот.

Шаг 7. Выполнить циклическую подстановку этих значений с помощью стандартной функции eval и рассчитать модуль (abs) и фазу (angle) комплексного коэффициента передачи.

Шаг 8. Построить графики АЧХ и ФЧХ (plot) на нужном диапазоне частот.

Линейная эквивалентная схема резонансного усилителя на биполярном транзисторе, нагрузкой которого является колебательный контур с неполным включением нагрузки, имеет коэффициент передачи

$$K(p) = \frac{U_{B\Delta X}(p)}{U_{BX}(p)},$$

$$U_{B\Delta X}(p) = \frac{SU_{BX}(p)Z_0 R_4}{Z_{C4} + Z_{C3} \parallel R},$$

где  $Z_0 = R_i \parallel (r + Z_L) \parallel (Z_{C4} + Z_{C3} \parallel R_4)$ , а  $Z_{C3} = \frac{1}{pC3}$ ;  $Z_{C4} = \frac{1}{pC4}$ ;  $Z_L = pL$ .

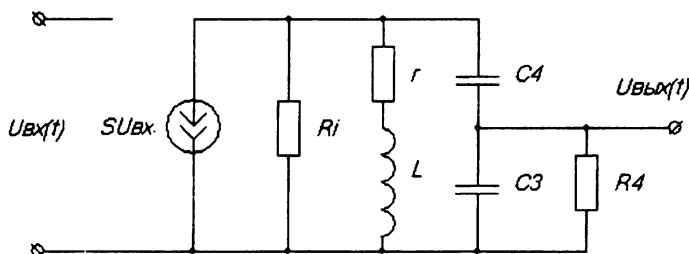


Рис. 1

Его символьное выражение  $K(p)$  имеет вид:

$$K = \frac{(L \cdot p + r) \cdot C \cdot R_i \cdot S \cdot R \cdot p \cdot p}{(R_i \cdot C^2 \cdot L \cdot R \cdot p^3 + p^2 \cdot R_i \cdot C^2 \cdot r \cdot R + L \cdot p^2 \cdot R \cdot C + p^2 \cdot R_i \cdot C \cdot L \cdot p + R_i \cdot R \cdot p \cdot C - L \cdot p \cdot p^2 + r \cdot R \cdot p \cdot C + p \cdot R_i \cdot C \cdot r \cdot p + L \cdot p \cdot p \cdot p \cdot R_i - p^2 \cdot R_i + r \cdot p \cdot p^2)},$$

где  $P$  – коэффициент включения,  $C$  – полная ёмкость контура,  $p$  – комплексная частота.

Для лучшей читаемости формулы можно воспользоваться стандартной функцией pretty(K). Графики частотных характеристик представлены ниже.

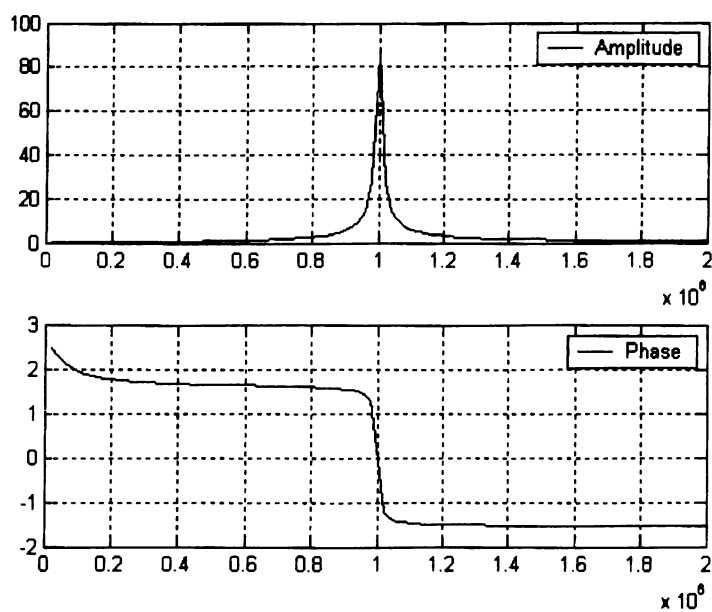


Рис. 2